

**Family list**

2 application(s) for: **JP2003243328**

Sorting criteria: Priority Date Inventor Applicant Ecla

**1 DEVICE AND METHOD FOR DISCHARGING DROPLETS**

**Inventor:** MASUDA TAKASHI ; MORII  
KATSUYUKI

**Applicant:** SEIKO EPSON CORP

**EC:** B41J2/21B2; B41J3/407; (+1)

**IPC:** *B41J2/21; B41J3/407; H01L21/28; (+8)*

**Publication** **JP2003243328 (A)** - 2003-08-29  
**info:** **JP4281342 (B2)** - 2009-06-17

**Priority Date:** 2001-12-05

**2**

**Droplet ejection apparatus, a pattern formation apparatus,  
a wiring formation apparatus, a pattern formation medium,  
a droplet ejection method, a patterning method and a  
wiring formation method**

**Inventor:** MASUDA TAKASHI [JP] ; MORII  
KATSUYUKI [JP]

**Applicant:** MASUDA TAKASHI, ; MORII  
KATSUYUKI, (+1)

**EC:** B41J2/21B2; B41J3/407; (+1)

**IPC:** *B41J2/21; B41J3/407; H01L21/28; (+7)*

**Publication** **US2003151650 (A1)** - 2003-08-14  
**info:** **US7198816 (B2)** - 2007-04-03

**Priority Date:** 2001-12-05




---

Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

# DEVICE AND METHOD FOR DISCHARGING DROPLETS

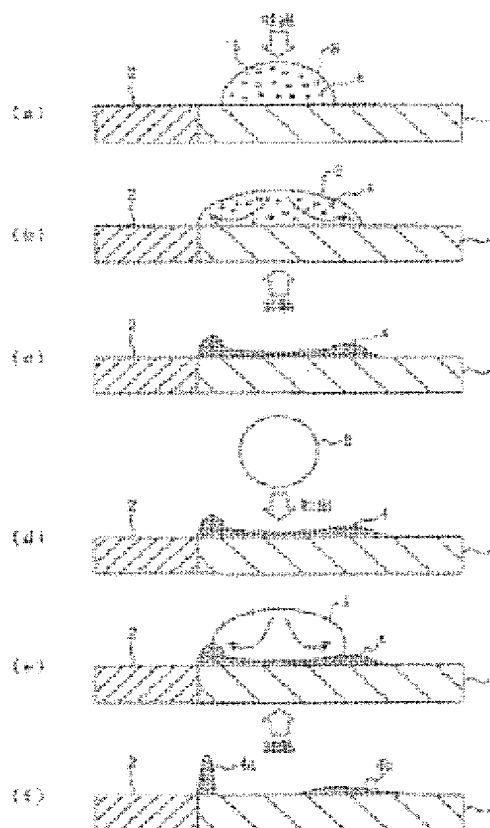
**Patent number:** JP2003243328 (A)  
**Publication date:** 2003-08-29  
**Inventor(s):** MASUDA TAKASHI; MORII KATSUYUKI +  
**Applicant(s):** SEIKO EPSON CORP +  
**Classification:**  
- international: *B41J2/21; B41J3/407; H01L21/28; H01L21/288; H05K3/12; B41J2/21; B41J3/407; H01L21/02; H05K3/12; (IPC1-7): H01L21/28; H01L21/288*  
- european: B41J2/21B2; B41J3/407; H05K3/12C  
**Application number:** JP20020351479 20021203  
**Priority number(s):** JP20020351479 20021203; JP20010371905 20011205; JP20010380528 20011213; JP20010380529 20011213; JP20010380530 20011213

**Also published as:**

 JP4281342 (B2)  
 US2003151650 (A1)  
 US7198816 (B2)

## Abstract of JP 2003243328 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To form lines with an accuracy level of microns to sub-microns by discharging droplets. ; **SOLUTION:** After a dispersing medium 6 in which a dispersoid 4 is dispersed or a solvent in which a solute is dissolved is discharged onto a substrate 1, the dispersoid 4 or solute is collected to both sides of the dispersing medium 6 or solvent by circulating the dispersoid 4 or solute by convection in the medium 6 or solvent. ;  
COPYRIGHT: (C)2003,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-243328  
(P2003-243328A)

(43) 公開日 平成15年 8 月29日 (2003. 8. 29)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 L 21/288		H 0 1 L 21/288	Z 4 M 1 0 4
21/28		21/28	B

審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2002-351479(P2002-351479)
(22) 出願日	平成14年12月 3 日 (2002. 12. 3)
(31) 優先権主張番号	特願2001-371905(P2001-371905)
(32) 優先日	平成13年12月 5 日 (2001. 12. 5)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)
(31) 優先権主張番号	特願2001-380528(P2001-380528)
(32) 優先日	平成13年12月13日 (2001. 12. 13)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)
(31) 優先権主張番号	特願2001-380529(P2001-380529)
(32) 優先日	平成13年12月13日 (2001. 12. 13)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)

(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
(72) 発明者	増田 貴史 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内
(72) 発明者	森井 克行 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内
(74) 代理人	100066980 弁理士 森 哲也 (外 2 名)

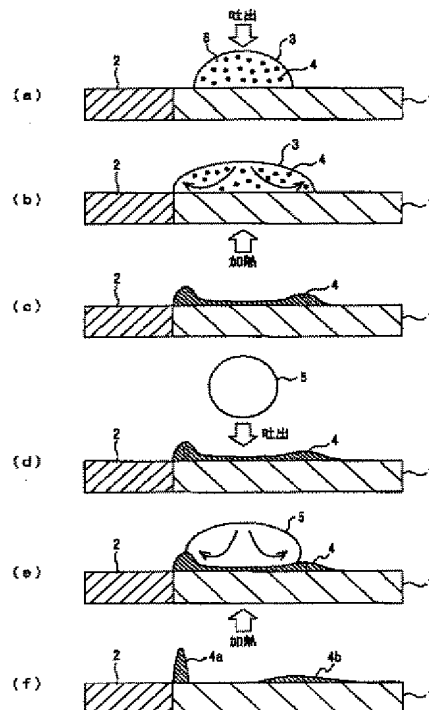
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液滴吐出装置、パターン形成装置、配線形成装置、パターン形成媒体、液滴吐出方法、パターン形成方法および配線形成方法

(57) 【要約】

【課題】 液滴を吐出することで、ミクロンオーダーサブミクロンオーダーの精度のラインを形成する。

【解決手段】 分散質 4 が分散された分散媒 6 もしくは溶質が溶解された溶媒を基板 1 上に吐出させた後、分散質 4 もしくは溶質を分散媒 6 もしくは溶媒内で対流させることで、分散媒 6 もしくは溶媒の両側に分散質 4 もしくは溶質を寄せ集める。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 分散質が分散された液滴もしくは溶質が溶解された液滴を吐出する液滴吐出手段と、前記液滴が吐出された位置に分散媒もしくは溶媒を吐出する分散媒もしくは溶媒吐出手段とを備えることを特徴とする液滴吐出装置。

【請求項 2】 分散質が分散された分散液もしくは溶質が溶解された溶液の界面が所定のパターンに沿うように、前記分散液もしくは溶液を吐出する分散液もしくは溶液吐出手段と、前記分散液もしくは溶液の界面に前記分散質もしくは溶質を寄せ集める分散質もしくは溶質寄せ集め手段とを備えることを特徴とするパターン形成装置。

【請求項 3】 前記分散質もしくは溶質寄せ集め手段は、前記吐出された分散液もしくは溶液を乾燥させる乾燥手段であることを特徴とする請求項 2 記載のパターン形成装置。

【請求項 4】 前記分散質もしくは溶質寄せ集め手段は、前記吐出された分散液もしくは溶液を加熱する加熱手段であることを特徴とする請求項 2 記載のパターン形成装置。

【請求項 5】 前記分散質もしくは溶質寄せ集め手段は、前記吐出された分散液もしくは溶液の分圧を制御する分圧制御手段であることを特徴とする請求項 2 記載のパターン形成装置。

【請求項 6】 前記分散質もしくは溶質寄せ集め手段は、前記分散液もしくは溶液が吐出された位置に分散媒もしくは溶媒を吐出する分散媒もしくは溶媒吐出手段であることを特徴とする請求項 2 記載のパターン形成装置。

【請求項 7】 前記パターンの界面は、前記分散液もしくは溶液の挙動を制御する物理的または化学的な壁を有することを特徴とする請求項 2～6 のいずれか 1 項記載のパターン形成装置。

【請求項 8】 前記化学的な壁は、表面エネルギーの差を利用したものであることを特徴とする請求項 7 記載のパターン形成装置。

【請求項 9】 前記化学的な壁は、フルオロアルキルシランを用いたものであることを特徴とする請求項 8 記載のパターン形成装置。

【請求項 10】 第 1 の分散媒に分散質が分散された分散液もしくは溶媒に溶質が溶解された溶液の界面が所定のパターンに沿うように、前記分散液もしくは溶液を吐出する分散液もしくは溶液吐出手段と、前記分散液もしくは溶液が吐出された位置に第 2 の分散媒もしくは溶媒を補給する分散媒もしくは溶媒補給手段を備えることを特徴とするパターン形成装置。

【請求項 11】 前記分散媒もしくは溶媒補給手段は、前記第 1 の分散媒もしくは溶媒と同一の分散媒もしくは溶媒を吐出することを特徴とする請求項 10 記載のパ

ターン形成装置。

【請求項 12】 前記分散媒もしくは溶媒補給手段は、前記第 1 の分散媒もしくは溶媒と異なる分散媒もしくは溶媒を吐出することを特徴とする請求項 10 記載のパターン形成装置。

【請求項 13】 前記分散媒もしくは溶媒補給手段は、前記分散液もしくは溶液が吐出された位置に複数回分散媒もしくは溶媒を吐出することを特徴とする請求項 10 記載のパターン形成装置。

【請求項 14】 前記分散媒もしくは溶媒補給手段は、前記分散液もしくは溶液が吐出された位置に複数種類の分散媒もしくは溶媒を吐出することを特徴とする請求項 10 記載のパターン形成装置。

【請求項 15】 前記分散媒もしくは溶媒補給手段は、吐出された分散媒もしくは溶媒が乾燥する前に分散媒もしくは溶媒を吐出することを特徴とする請求項 10 記載のパターン形成装置。

【請求項 16】 前記分散媒もしくは溶媒補給手段は、吐出された分散媒もしくは溶媒が乾燥した後に分散媒もしくは溶媒を吐出することを特徴とする請求項 10 記載のパターン形成装置。

【請求項 17】 導電性微粒子が分散された分散液もしくは導電性ポリマーが溶解された溶液の界面が所定のパターンに沿うように、前記分散液もしくは溶液を吐出する分散液もしくは溶液吐出手段と、前記分散液もしくは溶液の界面に前記導電性微粒子もしくは導電性ポリマーを寄せ集める導電性微粒子もしくは導電性ポリマー寄せ集め手段とを備えることを特徴とする配線形成装置。

【請求項 18】 分散液もしくは溶液の挙動を界面で制御するパターンと、前記分散液もしくは溶液内で対流することにより、前記パターンの界面に沿って形成された分散質もしくは溶質とを備えることを特徴とするパターン形成媒体。

【請求項 19】 分散質が分散された液滴もしくは溶質が溶解された液滴を吐出する工程と、前記吐出された液滴上に分散媒もしくは溶媒を吐出する工程とを備えることを特徴とする液滴吐出方法。

【請求項 20】 対流可能な分散媒に分散質が分散された液滴もしくは溶媒に溶質が溶解された液滴を所定位置に吐出することにより、前記分散質もしくは溶質のパターンを形成することを特徴とするパターン形成方法。

【請求項 21】 分散質が分散された分散媒もしくは溶質が溶解された溶媒の界面が所定のパターンに沿うように、前記分散質もしくは溶質を含む分散液もしくは溶液を吐出する工程と、前記分散媒もしくは溶媒を蒸発させることにより、前記分散媒もしくは溶媒の界面に前記分散質もしくは溶質を寄せ集める工程とを備えることを特徴とするパターン形成方法。

【請求項 2 2】 フルオロアルキルシラン膜を基板上に形成する工程と、  
前記フルオロアルキルシラン膜上に紫外線を選択的に照射することにより、前記フルオロアルキルシラン膜をパターンニングする工程と、  
前記フルオロアルキルシラン膜のパターンの界面に沿って、分散質が分散された分散液もしくは溶質が溶解された溶液を吐出する工程とを備えることを特徴とするパターン形成方法。

【請求項 2 3】 導電性微粒子が分散された分散液もしくは導電性ポリマーが溶解された溶液の界面が所定のパターンに沿うように、前記分散液もしくは溶液を吐出する工程と、  
前記分散液もしくは溶液に含まれる分散媒もしくは溶媒を蒸発させることにより、前記分散媒もしくは溶媒の界面に前記導電性微粒子もしくは導電性ポリマーを寄せ集める工程とを備えることを特徴とする配線形成方法。

【請求項 2 4】 前記導電性微粒子は有機膜でコーティングされていることを特徴とする請求項 2 3 記載の配線形成方法。

【請求項 2 5】 前記導電性微粒子の粒径は  $1 \sim 500 \text{ nm}$  の範囲であることを特徴とする請求項 2 3 または 2 4 記載の配線形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液滴吐出装置、パターン形成装置、配線形成装置、パターン形成媒体、液滴吐出方法、パターン形成方法および配線形成方法に関し、特に、微細ラインを形成する場合に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来のインクジェット法を用いたパターンニング方法として、特許文献 1 に記載されているように、微粒子を分散させた液体をインクジェット法にて基板上に直接パターン塗布し、その後、熱処理やレーザー照射を行うことにより導電膜パターンに変換する方法が提案されている。

【0003】この方法によれば、フォトリソグラフィ技術を用いることなく、パターン形成を行なうことが可能となり、パターン形成プロセスを大幅に簡単化することができる。また、特許文献 2 に開示されているように、基板上にバンクを設けて吐出された液滴の位置を制御することにより、インクジェット法による加工精度を向上させる方法がある。バンクを用いると、基板上に吐出された液滴はバンクの外にはみ出ることなく、 $30 \mu\text{m}$  程度のパターンを  $1 \mu\text{m}$  程度の位置精度で形成することができる。

【0004】さらに、微粒子を含有する液体を基板上にパターン塗布して導電性パターンを形成する方法において、従来のようにフォトリソグラフィ技術によって形

成したバンクやトレンチで液体の位置を制御するのではなく、有機分子膜によって撥液部と親液部のパターンが形成された基板の親液部のみに選択的に液体材料を塗布し、その後の熱処理によって導電性パターンに変換することにより、簡単な工程で精度良く導電性パターンを形成する方法も提案されている。

【0005】

【特許文献 1】米国特許第 5 1 3 2 2 4 8 号明細書

【特許文献 2】特開昭 5 9 - 7 5 2 0 5 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特許文献 1 に記載されたインクジェット法によるパターンニングでは、工程が単純で原材料の使用量も少なく済むというメリットがある反面、バンクを用いない場合には、 $100 \mu\text{m}$  程度の大きさの構造を  $30 \mu\text{m}$  程度の位置精度で形成することが限界だった。

【0007】また、特許文献 2 に開示された方法では、基板上のバンクはフォトリソグラフィを用いて形成する必要があるため、コスト高になるという問題があった。また、有機分子膜によって撥液部と親液部のパターンを基板上に形成する方法では、インクヘッドノズル径の大きさの制約上、細くても数十  $\mu\text{m}$  オーダのラインしか形成することができなかった。

【0008】そこで、本発明の目的は、液滴を吐出することで、ミクロンオーダー～サブミクロンオーダーの精度のラインを形成することが可能な液滴吐出装置、パターン形成装置、配線形成装置、液滴吐出方法、パターン形成方法および配線形成方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、本発明の一態様に係る液滴吐出装置によれば、分散質が分散された液滴もしくは溶質が溶解された液滴を吐出する液滴吐出手段と、前記液滴が吐出された位置に分散媒もしくは溶媒を吐出する分散媒もしくは溶媒吐出手段とを備えることを特徴とする。

【0010】これにより、分散質が分散された液滴または溶質が溶解された液滴を吐出した後、吐出された液滴の濃度や粘度を制御することができ、液滴内で分散質もしくは溶質を効率よく対流させることができる。また、適当な分散媒もしくは溶媒を選択することで、最初に吐出された液滴にみで、その液滴内で分散質もしくは溶質を効率よく対流させることができる。

【0011】このため、液滴界面に分散質もしくは溶質を移動させて、液滴界面に分散質もしくは溶質を効率よく寄せ集めることができ、液滴界面に対応した分散質もしくは溶質パターンを精度よく形成することが可能となる。また、本発明の一態様に係るパターン形成装置によれば、分散質が分散された分散液もしくは溶質が溶解された溶液の界面が所定のパターンに沿うように、前記分散液もしくは溶液を吐出する分散液もしくは溶液吐出手段

段と、前記分散液もしくは溶液の界面に前記分散質もしくは溶質を寄せ集める分散質もしくは溶質寄せ集め手段とを備えることを特徴とする。

【0012】これにより、分散質が分散された分散媒もしくは溶質が溶解された溶媒の界面に沿って、分散質もしくは溶質のライン及びドットを形成することができ、吐出時の液滴の大きさに制限されることなく、分散質もしくは溶質のライン幅及びドット形状を規定することができる。このため、インクジェット法によるパターン形成を行なうことで、微細ラインを精度良く形成することができ、フォトリソグラフィを用いたパターンニングを不要として、微細パターン形成時の低コスト化を図ることができる。

【0013】また、本発明の一態様に係るパターン形成装置によれば、前記分散質もしくは溶質寄せ集め手段は、前記吐出された分散液もしくは溶液を乾燥させる乾燥手段であることを特徴とする。これにより、分散質が分散された分散媒もしくは溶質が溶解された溶媒を吐出することで、吐出された分散媒もしくは溶媒内で分散質もしくは溶質を対流させて、その分散媒もしくは溶媒の界面に沿った分散質もしくは溶質ラインを形成することが可能となることから、吐出時の液滴の大きさに制限されることなく、分散質もしくは溶質のライン幅を規定することができる。

【0014】このため、インクジェット法によるパターンニングを行なうだけで、微細ラインを精度良く形成することができ、フォトリソグラフィを用いたパターンニングを不要として、微細パターン形成時の低コスト化を図ることができる。また、本発明の一態様に係るパターン形成装置によれば、前記分散質もしくは溶質寄せ集め手段は、前記吐出された分散液もしくは溶液を加熱する加熱手段であることを特徴とする。

【0015】これにより、分散質が分散された液滴または溶質が溶解された液滴を吐出した後に、吐出された液滴の気化状態や粘度を制御することができ、分散質が分散された分散媒もしくは溶質が溶解された溶媒の種類に応じて、液滴内で分散質もしくは溶質を効率よく対流させることができる。このため、液滴界面に分散質もしくは溶質を移動させて、液滴界面に分散質もしくは溶質を効率よく寄せ集めることができ、液滴界面に対応した分散質もしくは溶質パターンを精度よく形成すること可能となる。

【0016】また、本発明の一態様に係るパターン形成装置によれば、前記分散質もしくは溶質寄せ集め手段は、前記吐出された分散液もしくは溶液の分圧を制御する分圧制御手段であることを特徴とする。これにより、分散質が分散された液滴または溶質が溶解された液滴を吐出した後に、液滴を高温にすることなく、吐出された液滴の気化状態を制御することができ、分散質が分散された分散媒もしくは溶質が溶解された溶媒の種類に応じ

て、液滴内で分散質もしくは溶質を効率よく対流させることができる。

【0017】このため、分散質もしくは溶質が機能性高分子などの温度に弱い性質を有する場合においても、液滴界面に分散質もしくは溶質を移動させて、液滴界面に分散質もしくは溶質を効率よく寄せ集めることができ、液滴界面に対応した分散質もしくは溶質パターンを精度よく形成すること可能となる。また、本発明の一態様に係るパターン形成装置によれば、前記分散質もしくは溶質寄せ集め手段は、前記分散液もしくは溶液が吐出された位置に分散媒もしくは溶媒を吐出する分散媒もしくは溶媒吐出手段であることを特徴とする。

【0018】これにより、分散質が分散された分散液もしくは溶質が溶解された溶液を吐出した後に、吐出された分散液もしくは溶液の濃度や粘度を制御することができ、分散媒もしくは溶媒内で分散質もしくは溶質を効率よく対流させて、分散媒もしくは溶媒界面に分散質もしくは溶質を寄せ集めることが可能となるとともに、分散媒もしくは溶媒界面に寄せ集めきれなかった分散質もしくは溶質を再度対流させて、分散媒もしくは溶媒界面に分散質もしくは溶質を掻き集めることが可能となる。

【0019】このため、分散媒もしくは溶媒界面に分散質もしくは溶質を寄せ集める際の制御性を向上させることが可能となり、微細パターン形成時の低コスト化を図りつつ、微細パターン形成時の精度を向上させることができる。また、本発明の一態様に係るパターン形成装置によれば、前記パターンの界面は、前記分散液もしくは溶液の挙動を制御する物理的または化学的な壁を有することを特徴とする。

【0020】これにより、基板上に吐出された分散媒もしくは溶媒の性質に応じて、分散媒もしくは溶媒を所定の位置で安定して塞き止めることが可能となり、基板上に吐出された分散媒もしくは溶媒の界面の位置を、所定パターンに沿って揃えることができる。このため、吐出時の液滴の大きさに制限されることなく、分散質もしくは溶質のライン位置やライン幅を精度良く規定することができ、インクジェット法による液滴の吐出を行なうことで、サブミクロンオーダーのラインを精度良く形成することが可能となるとともに、高解像度の露光装置を不要として、微細パターン形成時の低コスト化を図ることができる。

【0021】また、本発明の一態様に係るパターン形成装置によれば、前記化学的な壁は、表面エネルギーの差を利用したものであることを特徴とする。これにより、基板の表面処理を行なうことで、分散媒もしくは溶媒に対する化学的な壁を形成することができ、サブミクロンオーダーのラインを安価に精度良く形成することができる。

【0022】また、本発明の一態様に係るパターン形成装置によれば、前記化学的な壁は、フルオロアルキルシ

ランを用いたものであることを特徴とする。これにより、基板の表面処理を選択的に行なうことで、親液部と撥液部のパターンを基板上に形成することができ、インクジェット法による液滴の吐出を基板上に行なうことで、サブミクロンオーダーのラインを安価に精度良く形成することができる。

【0023】また、本発明の一態様に係るパターン形成装置によれば、第1の分散媒に分散質が分散された分散液もしくは溶媒に溶質が溶解された溶液の界面が所定のパターンに沿うように、前記分散液もしくは溶液を吐出する分散液もしくは溶液吐出手段と、前記分散液もしくは溶液が吐出された位置に第2の分散媒もしくは溶媒を補給する分散媒もしくは溶媒補給手段を備えることを特徴とする。

【0024】これにより、吐出された液滴に分散媒もしくは溶媒を補給するだけで、吐出された液滴の粘度や濃度などを制御することができ、分散質が分散された分散媒もしくは溶質が溶解された溶媒の種類に応じて、液滴内で分散質もしくは溶質を効率よく対流させることが可能となるとともに、分散媒もしくは溶媒内での分散質もしくは溶質の対流時間を制御することができる。

【0025】このため、液滴界面に分散質もしくは溶質を移動させて、液滴界面に分散質もしくは溶質を効率よく寄せ集めることができ、液滴界面に対応した分散質もしくは溶質パターンを精度よく形成すること可能となることから、フォトリソグラフィを用いることなく、ミクロンオーダー～サブミクロンオーダーの精度のラインを低コストで形成することが可能となる。

【0026】また、本発明の一態様に係るパターン形成装置によれば、前記分散媒もしくは溶媒補給手段は、前記第1の分散媒もしくは溶媒と同一の分散媒もしくは溶媒を吐出することを特徴とする。これにより、分散媒もしくは溶媒内における分散質もしくは溶質の対流に伴って分散媒もしくは溶媒が蒸発した場合においても、吐出された液滴の粘度や濃度などを制御しつつ、分散媒もしくは溶媒内における分散質もしくは溶質の対流状態を維持することができ、液滴内で分散質もしくは溶質を効率よく対流させることが可能となる。

【0027】このため、液滴界面に分散質もしくは溶質を移動させて、液滴界面に分散質もしくは溶質を効率よく寄せ集めることができ、液滴界面に対応した分散質もしくは溶質パターンを精度よく形成すること可能となる。また、本発明の一態様に係るパターン形成装置によれば、前記分散媒もしくは溶媒補給手段は、前記第1の分散媒もしくは溶媒と異なる分散媒もしくは溶媒を吐出することを特徴とする。

【0028】これにより、分散媒もしくは溶媒が蒸発した際の分散質もしくは溶質の凝集状態などに応じて、分散媒もしくは溶媒内における分散質もしくは溶質の対流状態を制御することができ、液滴内で分散質もしくは溶質を

効率よく対流させることが可能となる。このため、液滴界面に分散質もしくは溶質を移動させて、液滴界面に分散質もしくは溶質を効率よく寄せ集めることができ、液滴界面に対応した分散質もしくは溶質パターンを精度よく形成すること可能となる。

【0029】また、本発明の一態様に係るパターン形成装置によれば、前記分散媒もしくは溶媒補給手段は、前記分散液もしくは溶液が吐出された位置に複数回分散媒もしくは溶媒を吐出することを特徴とする。これにより、分散媒もしくは溶媒内における分散質もしくは溶質の対流に伴って分散媒もしくは溶媒が蒸発した場合においても、吐出された液滴の粘度や濃度などを制御しつつ、分散媒もしくは溶媒内における分散質もしくは溶質の対流状態を維持することができ、液滴内で分散質もしくは溶質を効率よく対流させることが可能となるとともに、分散媒もしくは溶媒の吐出を繰り返すだけで、分散媒もしくは溶媒内での分散質もしくは溶質の対流時間を制御することができる。

【0030】このため、分散媒もしくは溶媒を吐出するだけで、液滴界面に分散質もしくは溶質を移動させて、液滴界面に分散質もしくは溶質を効率よく寄せ集めることが可能となるとともに、液滴界面以外に残った分散質もしくは溶質を除去することができ、フォトリソグラフィを用いることなく、液滴界面に対応した分散質もしくは溶質パターンを精度よく形成すること可能となる。

【0031】また、本発明の一態様に係るパターン形成装置によれば、前記分散媒もしくは溶媒補給手段は、前記分散液もしくは溶液が吐出された位置に複数種類の分散媒もしくは溶媒を吐出することを特徴とする。これにより、分散媒もしくは溶媒が蒸発した際の分散質もしくは溶質の凝集状態や濃度などに応じて、分散媒もしくは溶媒内における分散質もしくは溶質の対流状態を制御することができ、液滴内で分散質もしくは溶質を効率よく対流させることが可能となる。

【0032】このため、液滴界面に分散質もしくは溶質を移動させて、液滴界面に分散質もしくは溶質を効率よく寄せ集めることができ、液滴界面に対応した分散質もしくは溶質パターンを精度よく形成すること可能となる。また、本発明の一態様に係るパターン形成装置によれば、前記分散媒もしくは溶媒補給手段は、吐出された分散媒もしくは溶媒が乾燥する前に分散媒もしくは溶媒を吐出することを特徴とする。

【0033】これにより、分散媒もしくは溶媒が乾燥した時に分散質もしくは溶質が一旦凝集して固まると、分散質もしくは溶質が分散媒もしくは溶媒に再度分散もしくは溶解し難い性質をする場合においても、分散質もしくは溶質が分散媒もしくは溶媒内に分散もしくは溶解されたままの状態を保つことができ、吐出された分散媒もしくは溶媒内での分散質もしくは溶質の対流時間を制御して、ライン幅などの精度を向上させることが可能とな

る。

【0034】また、本発明の一態様に係るパターン形成装置によれば、前記分散媒もしくは溶媒補給手段は、吐出された分散媒もしくは溶媒が乾燥した後に分散媒もしくは溶媒を吐出することを特徴とする。これにより、分散質が分散された分散媒もしくは溶質が溶解された溶媒の一回の吐出だけでは、分散質もしくは溶質が分散媒もしくは溶媒界面に完全に集まらなかった場合においても、分散媒もしくは溶媒を再度吐出するだけで、分散媒もしくは溶媒界面に寄せ集めきれなかった分散質もしくは溶質を再度対流させて、分散媒もしくは溶媒界面に分散質もしくは溶質を掻き集めることが可能となる。

【0035】このため、フォトリソグラフィィを行なうことなく、分散媒もしくは溶媒界面に沿った微細パターンを形成することができ、微細パターン形成時の低コスト化を図りつつ、微細パターン形成時の精度を向上させることが可能となる。また、本発明の一態様に係る配線形成装置によれば、導電性微粒子が分散された分散液もしくは導電性ポリマーが溶解された溶液の界面が所定のパターンに沿うように、前記分散液もしくは溶液を吐出する分散液もしくは溶液吐出手段と、前記分散液もしくは溶液の界面に前記導電性微粒子もしくは導電性ポリマーを寄せ集める導電性微粒子もしくは導電性ポリマー寄せ集め手段とを備えることを特徴とする。

【0036】これにより、導電性微粒子が分散された分散媒もしくは導電性ポリマーが溶解された溶媒の界面に沿って、導電性微粒子もしくは導電性ポリマーからなる配線を形成することができ、吐出時の液滴の大きさに制限されることなく、配線幅を規定することができる。このため、インクジェット法によるパターンニングを行なうだけで、微細配線を精度良く形成することができ、フォトリソグラフィィを用いたパターンニングを不要として、微細配線形成時の低コスト化を図ることができる。

【0037】また、本発明の一態様に係るパターン形成媒体によれば、分散液もしくは溶液の挙動を界面で制御するパターンと、前記分散液もしくは溶液内で対流することにより、前記パターンの界面に沿って形成された分散質もしくは溶質とを備えることを特徴とする。これにより、パターン形成媒体上に液滴を吐出することで、パターン形成媒体上に吐出された分散媒もしくは溶媒の界面の位置を描ることができ、分散媒もしくは溶媒の界面に沿って分散質もしくは溶質のラインを均一に形成することができる。

【0038】また、本発明の一態様に係る液滴吐出方法によれば、分散質が分散された液滴もしくは溶質が溶解された液滴を吐出する工程と、前記吐出された液滴上に分散媒もしくは溶媒を吐出する工程とを備えることを特徴とする。これにより、吐出された液滴の濃度や粘度を制御することができ、液滴内での分散質もしくは溶質の対流状態を制御して、液滴界面に分散質もしくは溶質を効率

よく寄せ集めることが可能となることから、液滴界面に対応した分散質もしくは溶質パターンを精度よく形成することが可能となる。

【0039】また、本発明の一態様に係るパターン形成方法によれば、対流可能な分散媒に分散質が分散された液滴もしくは溶媒に溶質が溶解された液滴を所定位置に吐出することにより、前記分散質もしくは溶質のパターンを形成することを特徴とする。これにより、液滴を所定位置に吐出するだけで、分散質もしくは溶質を液滴の界面に寄せ集めて、分散質もしくは溶質のパターンを形成することができ、フォトリソグラフィィを用いることなく、ミクロンオーダー～サブミクロンオーダーの精度のラインを形成することが可能となる。

【0040】また、本発明の一態様に係るパターン形成方法によれば、分散質が分散された分散媒もしくは溶質が溶解された溶媒の界面が所定のパターンに沿うように、前記分散質もしくは溶質を含む分散液もしくは溶液を吐出する工程と、前記分散媒もしくは溶媒を蒸発させることにより、前記分散媒もしくは溶媒の界面に前記分散質もしくは溶質を寄せ集める工程とを備えることを特徴とする。

【0041】これにより、インクジェット法によるパターンニングを行なった場合においても、吐出時の分散液もしくは溶液の大きさに制限されることなく、分散質もしくは溶質のライン幅を規定することができ、フォトリソグラフィィを用いたパターンニングを行なうことなく、微細ラインを形成することが可能となることから、微細パターン形成時の低コスト化を図ることができる。

【0042】また、本発明の一態様に係るパターン形成方法によれば、フルオロアルキルシラン膜を基板上に形成する工程と、前記フルオロアルキルシラン膜上に紫外線を選択的に照射することにより、前記フルオロアルキルシラン膜をパターンニングする工程と、前記フルオロアルキルシラン膜のパターンの界面に沿って、分散質が分散された分散液もしくは溶質が溶解された溶液を吐出する工程とを備えることを特徴とする。

【0043】これにより、フルオロアルキルシラン膜表面に存在するフルオロ基によって、基板表面を濡れ難い性質に改質することが可能となるとともに、紫外光によりフルオロアルキルシラン膜が除去された領域には、ヒドロキシル基を表面に残存させて、基板表面を濡れ易い性質に改質することが可能となり、紫外線を選択的に照射することで、親液部と撥液部のパターンを基板上に形成することができる。

【0044】このため、分散質が分散された分散媒もしくは溶質が溶解された溶媒を基板上に吐出することで、その分散媒もしくは溶媒をフルオロアルキルシラン膜の界面で塞ぎ止めて、フルオロアルキルシラン膜の界面に分散質もしくは溶質を寄せ集めることが可能となり、X線露光装置や電子ビーム露光装置などの高価な露光装置を



用いることなく、サブミクロンオーダーの微細ラインを容易に形成することができる。

【0045】また、本発明の一態様に係る配線形成方法によれば、導電性微粒子が分散された分散液もしくは導電性ポリマーが溶解された溶液の界面が所定のパターンに沿うように、前記分散液もしくは溶液を吐出する工程と、前記分散液もしくは溶液に含まれる分散媒もしくは溶媒を蒸発させることにより、前記分散媒もしくは溶媒の界面に前記導電性微粒子もしくは導電性ポリマーを寄せ集める工程とを備えることを特徴とする。

【0046】これにより、インクジェット法によるパターンニングを行なった場合においても、吐出時の分散媒もしくは溶媒の大きさに制限されることなく、導電性微粒子もしくは導電性ポリマーからなる配線幅を規定することができ、フォトリソグラフィを用いたパターンニングを行なうことなく、微細配線を形成することが可能となることから、微細配線形成時の低コスト化を図ることができる。

【0047】また、本発明の一態様に係る配線形成方法によれば、前記導電性微粒子は有機膜でコーティングされていることを特徴とする。これにより、導電性微粒子を分散媒中に分散させた時の導電性微粒子の凝集を抑制することができ、導電性微粒子を分散媒中で効率的に対流させることができる。

【0048】また、本発明の一態様に係る配線形成方法によれば、前記導電性微粒子の粒径は1～5000nmの範囲であることを特徴とする。これにより、導電性微粒子を分散中に効率よく分散させることが可能となり、分散媒の界面に導電性微粒子を寄せ集めることができる。

【0049】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態に係るライン形成方法について図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係るライン形成工程を示す断面図である。図1(a)において、基板1には撥液領域2が設けられ、撥液領域2は、形成される図1

(f)のライン4aに撥液領域2の界面に沿うように配置される。そして、インクジェット法などにより、分散媒6に分散質4が分散された分散液3を基板1の親液領域上に吐出する。

【0050】そして、分散質4が分散された分散液3が基板1の親液領域上に吐出されると、図1(b)に示すように、分散液3が基板1の親液領域上に広がり、撥液領域2との境界で塞き止められる。ここで、分散質4が分散される分散媒6の種類や粘度、もしくは、分散媒6に分散された分散質4の濃度は、分散媒6内で分散質4が対流可能なように選択することができる。

【0051】このため、基板1上に着弾した分散液3の濃度差によって、分散質4が分散媒6内で対流し、分散液3の端部での濃度が濃くなり、基板1上の分散液3の

界面に分散質4が寄せ集められる。さらに、分散液3が着弾した基板1を加熱すると、分散媒6内での分散質4の対流が一層促進され、より一層多くの分散質4が、基板1上の分散液3の界面に寄せ集められる。

【0052】そして、図1(c)に示すように、分散媒6のみが蒸発し、分散液3の界面付近で分散質4が盛り上がった状態で、分散質4のみが基板1上に残される。次に、図1(d)に示すように、基板1上に残った分散質4上に分散媒5を吐出する。すると、中央付近の分散質4が分散媒5に取り込まれ、分散質4が分散媒5に分散する。

【0053】そして、図1(e)に示すように、分散媒5が分散質4上に着弾した基板1を加熱すると、分散媒5内に分散した分散質4が再び対流し、中央付近に残っていた分散質4がその両側に追いやられる。そして、この分散媒5の追加注入および加熱乾燥を繰り返すことにより、分散質4がその両側に完全に追いやられ、図1(f)に示すように、分散液3の両側の界面に対応した位置にライン4a、4bが形成される。

【0054】これにより、分散媒6および分散媒5内で分散質4を対流させることで、分散液3が連なったラインよりも細いライン4a、4bを形成することができ、フォトリソグラフィを用いることなく、分散質4の細線化を図ることが可能となることから、微細パターン形成時の低コスト化を図ることができる。ここで、分散液3を基板1上に吐出させた後、分散媒5を基板1上に吐出させる場合、分散媒6と同一の分散媒5を用いてもよく、分散媒6と異なる分散媒5を用いてもよい。

【0055】また、分散媒5を基板1上に吐出させる場合、分散媒5を基板1上の複数回吐出させてもよく、複数の分散媒5を組み合わせる吐出させてもよい。また、分散液3を基板1上に吐出させた後、分散媒5を基板1上に吐出させるタイミングとしては、分散媒6が完全に乾燥した後に、分散媒5を基板1上に吐出させてもよいが、分散媒6が乾燥する前に、分散媒5を基板1上に吐出させてもよい。

【0056】これにより、分散媒6が乾燥した時に分散質4が一旦凝集して固まると、分散質4が分散媒5に再度分散し難い性質をする場合においても、分散質4を分散媒5内に分散させることができ、分散媒5内での分散質4の対流時間を制御して、ライン幅などの精度を向上させることが可能となる。さらに、分散質4の対流状態や凝集状態などに応じて、分散媒5を吐出させるタイミングや分散媒5の吐出量などを変更しながら、分散媒5を吐出させてもよく、加熱や真空引きなどを組み合わせる行なうようにしてもよい。

【0057】また、分散媒6への分散質4の分散可能な量に限度があるため、1回の分散液3の吐出だけでは、必要な量の分散質4を基板1上に着弾できない場合には、基板1上に残存する分散質4上に、分散質4の分散

された分散液3を重ねて吐出するようにしてもよい。また、分散質4を分散媒6内で対流させ、分散質4を分散液3の界面に寄せ集めるため、分散媒6を単に自然乾燥させるだけでもよいが、分散媒6を強制乾燥させてもよい。

【0058】また、分散質4の粒径、もしくは、分散媒6の気化温度や粘度などに応じて、分散媒6を加熱することにより、分散媒6を強制乾燥させるとともに、分散媒6の対流状態を制御するようにしてもよい。分散媒6を加熱する方法としては、基板1をホットプレート上で加熱してもよいし、ハロゲンランプなどを用いてランプ加熱を行なってもよい。また、分散媒6にレーザー光を照射して、レーザ加熱を行なうようにしてもよい。

【0059】また、分散媒6内での分散質4の対流を制御するため、分散媒6の分圧制御を行なってもよく、例えば、真空引きを行いながら、分散媒6を乾燥させるようにしてもよい。なお、基板1としては、Siなどの半導体ウエハ、石英ガラス、プラスチックフィルム、金属板など各種のものをを用いることができ、また、基板1表面に半導体膜、金属膜、誘電体膜、有機膜などが下地層として形成されていてもよい。

【0060】また、ここで用いられる分散質4は、金、銀、銅、パラジウム、ニッケルのいずれかを含有する金属微粒子の他に、導電性ポリマーや超電導体の微粒子やマイクロカプセル、フラーレン、カーボンナノチューブ、デンドリマーなどを用いることができる。また、分散質4を分散媒6に分散させ易くするために、微粒子表面に有機物などをコーティングして使うようにしてもよい。

【0061】また、基板1に分散液3を塗布するにあたり、分散媒6への分散質4の分散しやすさとインクジェット法の適用の観点から、微粒子の粒径は、1～5000nmの範囲であることが好ましい。また、分散媒6または分散媒5としては、分散質4を分散できるもので、凝集を起こさないものであれば、特に限定されないが、水や、メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノールなどのアルコール類、n-ヘプタン、n-オクタン、デカン、トルエン、キシレン、シメン、デュレン、インデン、ジペンテン、テトラヒドロナフタレン、デカヒドロナフタレン、シクロヘキシルベンゼンなどの炭化水素系溶媒、またエチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールジエチルエーテル、エチレングリコールメチルエチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル、ジエチレングリコールジエチルエーテル、ジエチレングリコールメチルエチルエーテル、1,2-ジメトキシエタン、ビス(2-メトキシエチル)エーテル、p-ジオキサンなどのエーテル系溶、さらにプロピレンカーボネート、γ-ブチロラクトン、N-メチル-2-ピロリドン、ジメチルホルムアミド、ジメチルスルホキシド、シクロヘキサノンなどの極性溶媒

を挙げることができる。

【0062】これらの内、微粒子の分散性と分散液の安定性、またインクジェット法への適用のしやすさの点で、アルコール類、炭化水素系溶媒、エーテル系溶媒が好ましく、さらに好ましい溶媒としては、炭化水素系溶媒を挙げることができる。これらの溶媒は、単独でも、あるいは2種以上の混合物としても使用できる。また、分散質4を分散媒6に分散する場合の溶質濃度は1重量%以下であることが好ましく、分散質4が分散された分散媒6の粘度は6mPa・s程度であることが好ましい。なお、作製するラインの幅・厚さにより、分散質の濃度、分散媒の粘度を適宜調整することができる。

【0063】また、撥液領域2を基板1に設けることにより、分散質4が分散された分散液3を撥液領域2との境界で塞ぎ止めることができ、分散質4をその境界に集中させることが可能となることから、濃密で滑らかなライン4aを精度よく形成することが可能となる。ここで、撥液領域2は、その界面に物理的または化学的な壁を有するもので、物理的な壁は、例えば、基板1上に段差を設けることにより形成することができ、化学的な壁は、例えば、表面エネルギーの差を利用して形成することができる。

【0064】例えば、基板1の表面処理により、基板1上に化学的な壁を形成し、基板1上の界面での液滴内の分散質4の挙動を制御して、表面処理された界面付近に分散質4が集まるようにしてもよい。また、基板1の表面処理により、基板1上に化学的な壁を形成し、基板1上の界面での液滴内の分散媒6または分散媒5の挙動を制御して、表面処理された界面付近に分散質4が集まるようにしてもよい。

【0065】ここで、化学的な壁を形成する方法として、例えば、基板1に結合可能な官能基と、その反対側に親液基あるいは撥液基などの基板1の表面性を改質する(表面エネルギーを制御する)官能基と、これらの官能基を結ぶ炭素の直鎖あるいは一部分岐した炭素鎖を備えており、基板1に結合して自己組織化して分子膜、例えば単分子膜を形成する有機分子膜を用いることができる。また、この有機分子膜は紫外線照射によって分解され、マスクを使った紫外線照射によって容易にパターンニングできることが望ましい。

【0066】基板1に結合して自己組織化して分子膜を形成する有機分子膜とは、基板1などの下地層の構成原子と反応可能な結合性官能基とそれ以外の直鎖分子とからなり、この直鎖分子の相互作用により極めて高い配向性を有する化合物を、配向させて形成された膜である。自己組織化膜は、フォトレジスト材などの樹脂膜とは異なり、単分子を配向させて形成されているので、極めて膜厚を薄くすることができ、しかも、分子レベルで均一な膜とすることができる。すなわち、膜の表面に同じ分子が位置するため、膜の表面に均一でしかも優れた撥液

性や親液性を付与することができ、微細なパターンニングをする際に特に有用である。

【0067】例えば、高い配向性を有する化合物として、フルオロアルキルシランを用いた場合には、膜の表面にフルオロアルキル基が位置するように各化合物が配向されて自己組織化膜が形成されるので、膜の表面に均一な撥液性を付与することができる。このような自己組織化膜を形成する化合物としては、ヘプタデカフルオロ-1, 1, 2, 2テトラヒドロデシルトリエトキシシラン、ヘプタデカフルオロ-1, 1, 2, 2テトラヒドロデシルトリメトキシシラン、ヘプタデカフルオロ-1, 1, 2, 2テトラヒドロデシルトリクロロシラン、トリデカフルオロ-1, 1, 2, 2テトラヒドロオクチルトリエトキシシラン、トリデカフルオロ-1, 1, 2, 2テトラヒドロオクチルトリメトキシシラン、トリデカフルオロ-1, 1, 2, 2テトラヒドロオクチルトリクロロシラン、トリフルオロプロピルトリメトキシシラン等のフルオロアルキルシラン（以下「FAS」という）を挙げることができる。

【0068】これらの化合物の使用に際しては、一つの化合物を単独で用いるのも好ましいが、2種以上の化合物を組み合わせ使用してもよい。また、自己組織化膜を形成する化合物として、FASを用いるのが、基板1との密着性及び良好な撥液性を付与する上で好ましい。FASをパターンニングすることによって、親液部と撥液部のパターンを作ることができる。FASが存在する部分が撥液部となる。

【0069】ここで用いるFASは、一般的に構造式 $\text{R}_3\text{SiX}_{(4-n)}$ であらわされる。ここで、nは1以上3以下の整数を表し、Xはメトキシ基、エトキシ基、ハロゲン原子などの加水分解基である。またRはフルオロアルキル基であり、 $(\text{CF}_3)_x(\text{CF}_2)_y(\text{CH}_2)_z$ の（ここでxは0以上10以下の整数を、yは0以上4以下の整数を表す）構造を持ち、複数個のRまたはXがSiに結合している場合には、RまたはXはそれぞれすべて同じでもよいし、異なってもよい。

【0070】Xで表される加水分解基は、加水分解によりシラノールを形成して、基板（ガラス、シリコン）等の下地のヒドロキシル基と反応し、シロキサン結合で基板と結合することができる。また、Rは表面に $(\text{CF}_3)$ 等のフルオロ基を有するため、基板等の下地表面を濡れない（表面エネルギーが低い）表面に改質することができる。

【0071】一方、紫外光などにより自己組織化膜が除去された領域は、ヒドロキシル基が表面に存在する。このため、FASの領域に比べて非常に濡れ易い性質を示す。従って、基板1全面にFASを形成した後に、一部の領域のFASを除去すると、その領域は親液性を示し、親液部と撥液部のパターンを基板1上に形成することができる。ここで、FASを除去する場合の紫外線の

波長は、310nm以下であることが好ましく、さらに好ましくは、200nm以下とするのがよい。

【0072】なお、上述した実施形態では、分散質4が分散媒6に分散された分散液3を基板1上に吐出することにより、ライン4a、4bを形成する方法について説明したが、溶質が溶媒に溶解された溶液を基板上に吐出することにより、ラインを形成するようにしてもよい。また、上述した実施形態では、分散質4が分散された分散液3を撥液領域2との境界で塞き止める方法について説明したが、撥液領域2の代わりに、溶媒に溶解された溶質を析出させ易くするための析出領域を設け、溶媒に溶解された溶質を析出領域との境界で塞き止め、析出領域との接触位置で溶質の析出を促進させることにより、溶媒の界面に沿ってラインを形成するようにしてもよい。

【0073】図2は、本発明の第2実施形態に係るライン形成工程を示す断面図である。図2において、基板11には、撥液領域12a～12cが所定間隔で設けられている。そして、インクジェット法などにより、分散質14が分散された分散媒13の一方の端部が撥液領域12aの境界に一致するとともに、分散媒13の他方の端部が撥液領域12bに跨るように、分散媒13を基板11上に吐出する。

【0074】そして、有機溶媒を追加注入しながら、分散媒13が着弾した基板11を加熱することにより、分散媒13の両側に分散質14を寄せ集める。この結果、図2（b）に示すように、分散媒13の両側の界面に対応した位置にライン14a、14bを形成することができる。次に、図2（c）に示すように、インクジェット法などにより、分散質14'が分散された分散媒13'の一方の端部が撥液領域12bの境界に一致するとともに、分散媒13'の他方の端部が撥液領域12cに跨るように、分散媒13'を基板11上に吐出する。

【0075】そして、分散媒を追加注入しながら、分散媒13'が着弾した基板11を加熱することにより、分散媒13'の両側に分散質14'を寄せ集める。この結果、図2（d）に示すように、分散媒13'の両側の界面に対応した位置にライン14b、14cを形成することができる。ここで、分散媒13'の一方の端部が撥液領域12bの境界に一致するように分散媒13'を吐出することにより、分散媒13の一方の端部に形成されているライン14bの位置と、分散媒13'の一方の端部に形成されるライン14bの位置とを一致させることができる。

【0076】このため、分散媒13の両側に形成されるラインの一方を、分散媒13'の吐出によるライン形成時に流用することができ、分散媒13の両側に形成されるラインの一方の除去にかかる手間を軽減して、複数のラインを効率よく形成することが可能となる。次に、本発明の一実施形態に係るライン形成方法の実験結果につ

いて、3つの実施例を挙げて説明する。

【0077】第1実施例（金／テトラデカン（分散系））

第1実施例では、分散質として、粒径が8 nmの金（Au）の微粒子を用い、分散媒として、テトラデカン（TetraDecane）を用いた。そして、0.1重量%濃度となるように、金の微粒子をテトラデカンに分散させた。また、液滴が吐出される基板としてシリコン基板を用い、このシリコン基板として、紫外線を表面に照射することにより親インク領域としたもの、フルオロアルキルシランによるパターニングにより、撥インク領域に囲まれた幅1 cm、長さ3 cmの親インク領域を作成したものを用意した。

【0078】これらのシリコン基板上に、インクジェット法により、金の微粒子が分散されたテトラデカンを、1滴当たり20ピコリットルの吐出量で吐出した。なお、インクジェット装置としては、セイコーエプソン（株）製の「MJ-930C」を用いた。また、微粒子が分散されたテトラデカンは、35  $\mu$ m間隔で、100発を10回重ねて吐出した。このため、吐出時のピッチ間隔が35  $\mu$ mであるのに対し、シリコン基板に着弾した液滴の径が100～200  $\mu$ m程度となり、着弾した液滴は繋がって線状になった。

【0079】ここで、紫外線照射により表面が親インク性となされたシリコン基板では、重ね吐出の回数に比例して、1回吐出時よりも、着弾した液滴の径が大きくなった。一方、弗化アルキルシランによるパターニングが行なわれたシリコン基板では、親インク領域に着弾した液滴は撥インク領域との境界まで広がった後、撥インク領域との境界で塞ぎ止められた。

【0080】そして、シリコン基板に液滴を着弾させた後、そのシリコン基板をホットプレート上で50℃、70℃、90℃、150℃でそれぞれ加熱した。そして、着弾された液滴が乾燥した後、分散媒（テトラデカン）のみ、もしくは、他の分散媒を、乾燥した液滴の外径よりも内側に注射針で1滴垂らし、加熱して乾燥させた。

【0081】ここで、液滴が乾燥した後に垂らした他の分散媒として、1, 2, 3, 4テトラメチルベンゼン（1, 2, 3, 4 Tetramethylbenzene）、水（H<sub>2</sub>O）およびエタノール（Ethanol）を用いた。この分散媒のみ、もしくは、他の分散媒の追加注入および加熱乾燥を5回、もしくは、6回だけ繰り返した。

【0082】ただし、6回繰り返す場合には、6回目には、加熱温度を70度に設定し、エタノールを1滴垂らした。この結果、シリコン基板に液滴を着弾させた後、分散媒のテトラデカンのみを垂らして90度で加熱乾燥させる工程を5回だけ繰り返す、さらに、加熱温度を70度に設定し、エタノールを1滴垂らして乾燥させる

ことにより、金の微粒子からなる0.8  $\mu$ mのラインを分散媒の両側に形成することができた。

【0083】図3は、本発明の第1実施例に係るライン形成方法の実験結果を示す図である。図3において、◎の条件では、分散質が、シリコン基板上に着弾した分散媒の両端に寄せ集められた。さらに、エタノールを最後に垂らすことにより、シリコン基板上に着弾した分散媒の中央部に残った分散質が掻き分けられ、もしくは、除去されて、分散媒の両端にラインが形成された。

【0084】○の条件では、分散質が、シリコン基板上に着弾した分散媒の両端に寄せ集められたが、◎の条件程度には、局所的に寄らず、△の条件程度には、均一に分散しなかった。△の条件では、分散質が、シリコン基板上に着弾した分散媒内に均一に分散したままだった。

【0085】×の条件では、分散媒の蒸発速度が速すぎて、分散質により形成されるラインが分散媒の内側に向かって幾重にも現れた。＼の条件では、分散媒の表面張力が大きすぎ、分散媒がシリコン基板上に適度に濡れ広がらず、挙動を観察することができなかった。この結果、分散溶質を分散させる分散媒を適切に選択するとともに、温度を制御しつつ、分散媒の追加および乾燥を繰り返すことにより、着弾した分散媒の両端に金の微粒子を寄せ集めることができ、材料やコスト面で有利なウェットプロセスによるパターニング方法を用いて、サブミクロン～ミクロンオーダーの細線化を図ることが可能となる。

【0086】第2実施例（シリカ／水（分散系））  
第2実施例では、分散質として、粒径が5 nmのシリカ（SiO<sub>2</sub>）の微粒子を用いた。分散媒として、水を用いた。そして、0.5重量%濃度となるように調製した。また、液滴が吐出される基板としてガラス基板を用いた。このガラス基板に、インクジェット法により、シリカの微粒子が分散された水を、1滴当たり10 p lの吐出量で吐出した。なお、インクジェット装置としては、セイコーエプソン（株）製の「MJ-930」を用いた。

【0087】また、微粒子が分散された水は35  $\mu$ m間隔で100発吐出した。このため、吐出時のピッチ間隔が35  $\mu$ mであるのに対し、ガラス基板に着弾した液滴の径が100～200  $\mu$ m程度となり、着弾した液滴は繋がって線状になった。そして、ガラス基板の液滴を自然乾燥させたところ、シリカの微粒子からなる3  $\mu$ mのラインを分散媒の両側に形成することができた。

【0088】この結果、分散質を分散させる分散媒を適切に選択することにより、たった1回の吐出だけでも、着弾した分散媒の両端に分散質（シリカの微粒子）を効率よく寄せ集めることができ、材料やコスト面で有利なウェットプロセスによるパターニング方法を用いてサブミクロン～ミクロンオーダーの細線化を図ることが可能となる。

【0089】第3実施例 (poly (9, 9 dihexylfluorene) / 1, 2, 3, 4 Tetramethylbenzen (溶解系))

第3実施例では、分散質として、ADS (American dye source, inc) 社製ADS130BEの分子量が約30万のpoly (9, 9 dihexylfluorene) を用いた。溶媒として、1, 2, 3, 4 Tetramethylbenzenを用いた。そして、0.001重量%濃度となるように、poly (9, 9 dihexylfluorene) を1, 2, 3, 4 Tetramethylbenzenに溶解させた。また、液滴が吐出される基板としてシリコン基板を用い、このシリコン基板として、フルオロアルキルシラン膜を基板上に形成し、紫外線を2分間照射することにより濡れ性を制御したものを用意した。

【0090】このシリコン基板に、インクジェット法により、poly (9, 9 dihexylfluorene) が溶解された1, 2, 3, 4 Tetramethylbenzenを、1滴当たり10plの吐出量で吐出した。なお、インクジェット装置としては、セイコーエプソン (株) 製の「MJ-930」を用いた。また、poly (9, 9 dihexylfluorene) が溶解された1, 2, 3, 4 Tetramethylbenzenは35 $\mu$ m間隔で100発吐出した。このため、吐出時のピッチ間隔が35 $\mu$ mであるのに対し、シリコン基板上に着弾した液滴の径が100~200 $\mu$ m程度となり、着弾した液滴は繋がって線状になった。

【0091】そして、ガラス基板上的液滴を自然乾燥させたところ、poly (9, 9 dihexylfluorene) を溶媒の両側に寄せ集めることができた。この結果、溶質を溶解させる溶媒を適切に選択することにより、着弾した溶媒の両端に溶質を寄せ集めることができ、材料やコスト面で有利なウェットプロセスによるパターンニング方法を用いてサブミクロン~ミクロンオーダーの細線化を図ることが可能となる。

【0092】図4は、本発明の第3実施形態に係るパターン形成装置の概略構成を示す斜視図である。図4において、パターン形成装置には、駆動機構21、タンク22a~22c、ジェットプリント式記録ヘッド24a~24c、制御回路27および乾燥装置30が設けられている。

【0093】ここで、駆動機構21は、ジェットプリント式記録ヘッド24a~24cをX軸方向およびY軸方向に駆動するもので、ジェットプリント式記録ヘッド24a~24cをX軸方向およびY軸方向に移動させるモータ25、26が設けられている。タンク22a~22cは、ノズル28を介して吐出される流体23a~23cを貯留するもので、ジェットプリント式記録ヘッド24a~24cに接続されている。なお、タンク22a~22cに貯留される流体23a~23cとしては、分散

媒6に分散質4が分散された分散液3、分散媒6自体、または分散媒5などを挙げることができる。

【0094】ジェットプリント式記録ヘッド24a~24cは、図1の撥液領域2が形成された基板1上に流体23a~23cを吐出するもので、ジェットプリント式記録ヘッド24a~24cには、流体23a~23cからなる液滴29を基板1上に吐出するためのノズル28が設けられている。ここで、ノズル28は、圧電体素子による体積変化に基づいて、流体23a~23cからなる液滴29を吐出するように構成してもよいし、発熱体による熱膨張に基づいて、流体23a~23cからなる液滴29を吐出するように構成してもよい。

【0095】制御回路27は、駆動機構21、ジェットプリント式記録ヘッド24a~24cおよび乾燥装置30を制御する。乾燥装置30は、ジェットプリント式記録ヘッド24a~24cから基板1上に吐出された分散媒6または分散媒5などを蒸発させる。そして、基板1上にライン4aを形成する場合、流体23a~23cとして、分散媒6に分散質4が分散された分散液3や分散媒5などをタンク22a~22cに充填する。

【0096】そして、基板1をジェットプリント式記録ヘッド24a~24cに向けて配置し、流体23a~23cの吐出指令を制御回路27に与える。そして、制御回路27は、吐出指令が与えられると、駆動信号Sx、Syをモータ25、26に送るとともに、吐出信号Sha~Shcをジェットプリント式記録ヘッド24a~24cに送る。そして、ジェットプリント式記録ヘッド24a~24cをX軸方向およびY軸方向に走査させつつ、撥液領域2の境界に沿って、ジェットプリント式記録ヘッド24a~24cから液滴29を吐出させる。

【0097】なお、モータ25、26は、制御回路27から駆動信号Sx、Syを受け取ると、駆動機構21を介して、ジェットプリント式記録ヘッド24a~24cをX軸方向およびY軸方向に走査させる。また、ジェットプリント式記録ヘッド24a~24cは、制御回路27から吐出信号Sha~Shcを受け取ると、ノズル28を介して液滴29を吐出させる。

【0098】また、制御回路27は、必要に応じて制御信号Spを乾燥装置30に送る。そして、乾燥装置30は、制御信号Spを受け取ると、基板1上に着弾した液滴29に対し、物理的または化学的な処理を施すことにより、基板1上に吐出された分散媒6または分散媒5などを蒸発させる。なお、物理的または化学的な処理としては、例えば、冷風の吹き付けによる乾燥処理、ランプ照射による再加熱・アニール処理、化学物質の投与による化学変化処理などを挙げることができる。

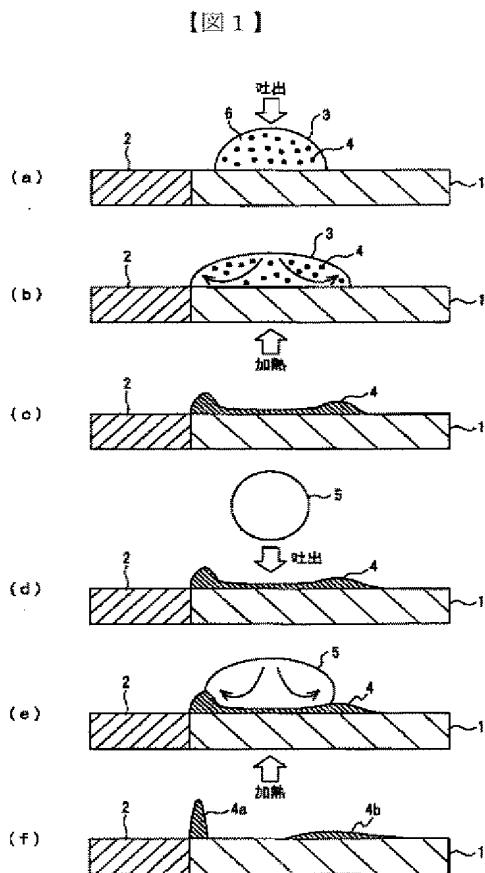
【0099】これにより、分散媒6および分散媒5内で分散質4を対流させながら、分散媒6または分散媒5の界面に分散質4を寄せ集めることができ、フォトリソグラフィを用いることなく、サブミクロンオーダーの微細

ライン4aを形成することができる。なお、上述した実施形態では、配線ラインの形成方法について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されることなく、本発明の技術的思想の範囲内で他の様々の変更が可能である。

【0100】例えば、配線ラインの形成以外にも、機能性分子のパターニングや $\mu$ カプセルを1分子ごとに配列する方法などにも適用することができる。また、MOSトランジスタのゲート電極などをパターン形成するためのエッチングマスクとして用いるようにしてもよく、これにより、X線露光装置や電子線露光装置などを用いることなく、サブミクロンオーダーのゲート長を有するMOSトランジスタを安価に製造することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態に係るライン形成工程を示す断面図。



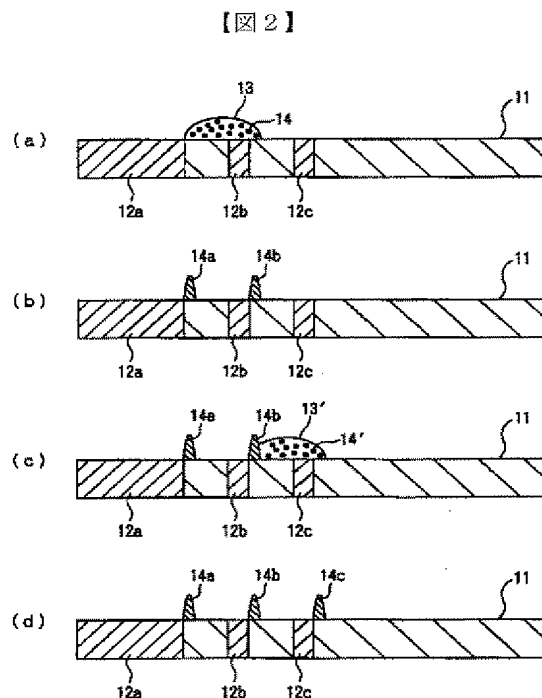
【図2】 本発明の第2実施形態に係るライン形成工程を示す断面図。

【図3】 本発明の第1実施例に係るライン形成方法の実験結果を示す図。

【図4】 本発明の第3実施形態に係るパターン形成装置の構成を示す図。

#### 【符号の説明】

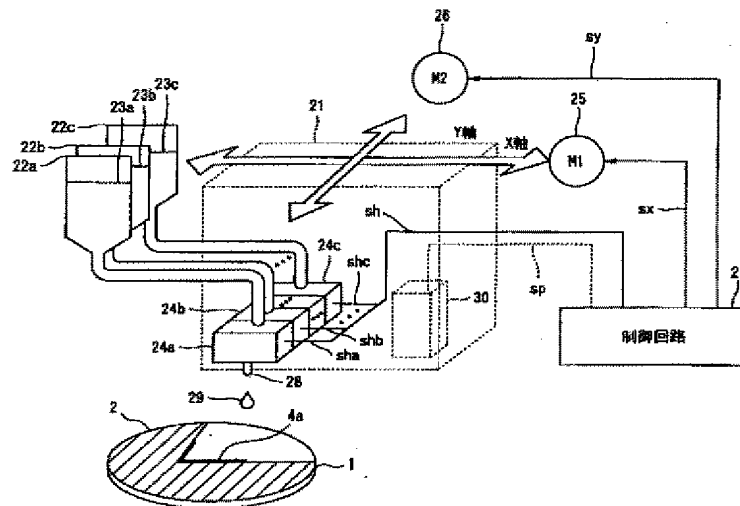
1、11 基板、2、12a~12c 撥液領域、3 分散液、4、14、14' 分散質、4a、4b、14a~14c ライン、5、6、13、13' 分散媒、21 駆動機構、22a~22c タンク、23a~23c 流体、24a~24c ジェットプリント式記録ヘッド、25、26 モータ、27 制御回路、28 ノズル、29 液滴、30 乾燥装置、Sx、Sy 駆動信号、Sp 制御信号、Sha~Shc 吐出信号



【図 3】

		50°C	70°C	90°C	150°C
UV照射Si	Add Tetradecane	△	○	○	×
	Add 1,2,3,4Tetramethylbenzen	△	△	△	○
	Add H <sub>2</sub> O	△	△	△	△
	Add Ethanol	△	○	×	×
FAS付きSi	Add Tetradecane	△	○	⊗	×
	Add 1,2,3,4Tetramethylbenzen	△	△	△	⊗
	Add H <sub>2</sub> O	△	△	△	△
	Add Ethanol	△	○	×	×

【図 4】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号

特願2001-380530 (P2001-380530)

(32)優先日 平成13年12月13日 (2001. 12. 13)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

Fターム(参考) 4M104 AA01 BB04 BB05 BB07 BB08

BB09 BB36 DD22 DD51 DD78

DD79 HH14